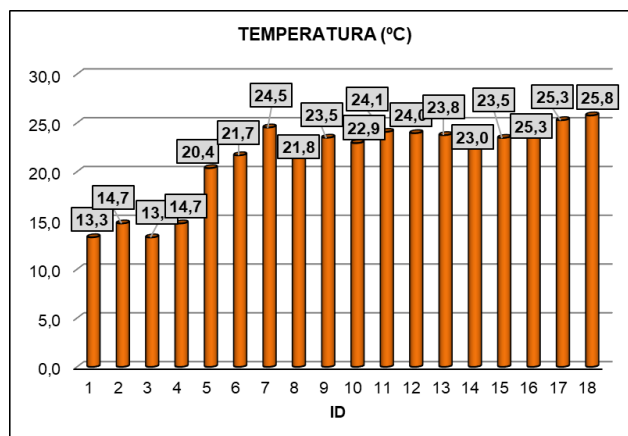
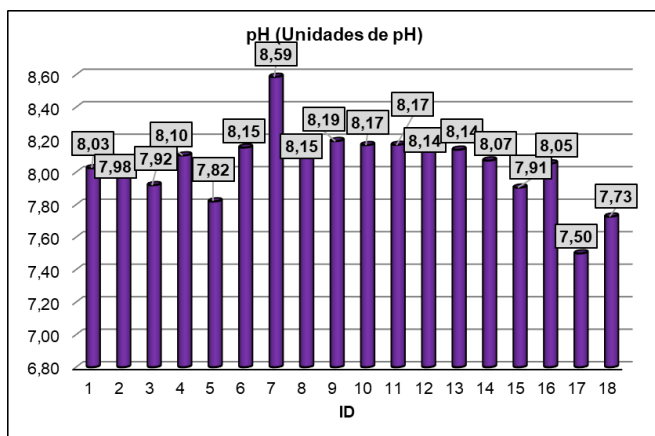


## **6 INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS POR VARIABLES**

*La cuenca hídrica del río Pamplonita objeto del presente estudio, comprende desde el municipio de Pamplona ID 1 “Bocatoma El Rosal” extendiéndose hasta el ID 18 “Puente Angosto” en el municipio de Puerto Santander. Durante el mes de marzo de 2022 se realizó la caracterización de la cuenca en mención, con el fin de estudiar su dinámica y realizar su seguimiento ante la posible alteración de su cauce por la consecuencia de las actividades antrópicas en el área de influencia.*

*A continuación, se analizan las variables de pH, temperatura, conductividad eléctrica, sólidos suspendidos totales, turbiedad, oxígeno disuelto, demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno, nitrógeno total y fósforo total, ya que su comportamiento afecta la calificación del Índice de Calidad del Agua (ICA) de la corriente hídrica objeto de la caracterización, el índice se calcula de acuerdo con el protocolo establecido por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM. Así mismo, se analizan otras variables como grasas y aceites e hidrocarburos e Hierro total en todo el trayecto de la cuenca, que aunque no influyen en el cálculo de la calidad del agua, sus resultados son importantes teniendo en cuenta los factores antrópicos que los generan, así como los impactos de gran magnitud ocasionados por derrame de crudo en el año 2007 y en el año 2011.*

## 6.1 INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS POR VARIABLE (TEMPERATURA – PH) 2022



ID	NOMBRE	TEMPERATURA (°C)	pH (Unidades)
1	Bocatoma El Rosal-Quebrada El Rosal	13,3	8,03
2	Estación limnimétrica Acueducto de Pamplona-Quebrada Monteandero	14,7	7,98
3	Radio FM	13,3	7,92
4	Escuela Los Naranjos	14,7	8,10
5	El Diamante	20,4	7,82
6	La Donjuana	21,7	8,15
7	Confluencia Quebrada Iscalá-Río Pamplonita	24,5	8,59
8	La Garita	21,8	8,15
9	Bocatoma Acueducto Cúcuta (El Pórtico)	23,5	8,19
10	Puente Benito Hernández (San Rafael)	22,9	8,17
11	Puente Elías M. Soto	24,1	8,17
12	Puente Jorge Gaitan Durán	24,0	8,14
13	Puente Enrique Cuadros Corredor (La Gazapa)	23,8	8,14
14	Confluencia Ríos Táchira-Pamplonita	23,0	8,07
15	Río Enfermo	23,5	7,91
16	Paso de dos ríos	25,3	8,05
17	Agua Clara	25,3	7,50
18	Puente Angosto	25,8	7,73

*La temperatura es una de las variables más importantes en los cuerpos lóticos, sirviendo de indicativo de la estabilidad ecológica del sistema. Además, al oscilar estos registros generan un cambio en el ambiente de desarrollo de la fauna y flora presentes en los cuerpos de agua; elevando el potencial tóxico de ciertas sustancias disueltas en el agua.*

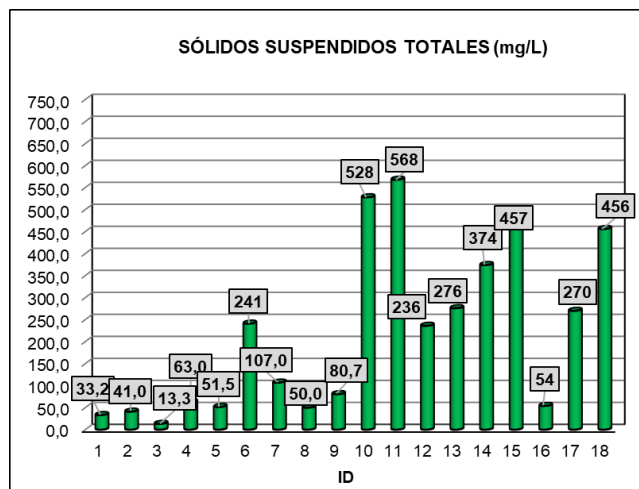
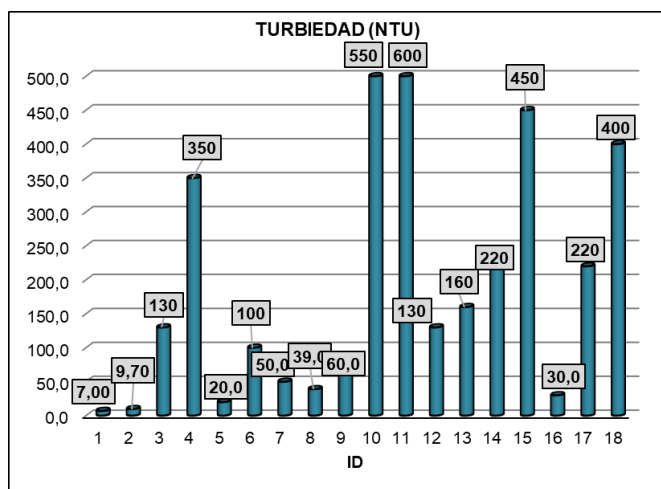
*La gráfica refleja que las temperaturas más bajas se presentaron en la parte alta de la cuenca desde el ID 1 con 13,3 °C hasta el ID 4 con 14,7 °C, posteriormente hubo un aumento de ésta conforme disminuye la altura en todo el recorrido de la cuenca finalizando en la parte baja en el ID 18 con 25,8°C. Durante la jornada de muestreo no se registraron valores de temperatura por fuera de lo normal que pudieran alterar la corriente superficial.*

*El pH es un indicativo del grado de acidez, basicidad y alcalinidad del agua. Además, este parámetro causa variación en la composición de la fauna y flora de los cuerpos hídricos e influye en el grado de toxicidad de ciertos compuestos, como el amoníaco, metales pesados, hidrógeno sulfurado, entre otros.*

*La variable pH medida en campo en los dieciocho (18) ID o sitios caracterizados en el recurso hídrico del río Pamplonita, presentó valores ligeramente básicos y muy cercanos a la neutralidad, encontrándose dentro de los rangos óptimos para las especies acuáticas. Al igual que la temperatura, los reportes de pH medidos durante las seis (6) horas de jornada de muestreo se encontraron normales sin algún valor atípico que pudiera perturbar el normal comportamiento del río.*

*De acuerdo con lo establecido en el Decreto 1076 de 2015 “Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible”, para temperatura “< 40°C” y en pH para todos los usos relacionados en el decreto en mención, se puede inferir que los resultados de las variables medidas en campo como lo son el pH y la temperatura cumplen los rangos establecidos.*

## 6.2 INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS POR VARIABLE (TURBIEDAD – SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES) 2022



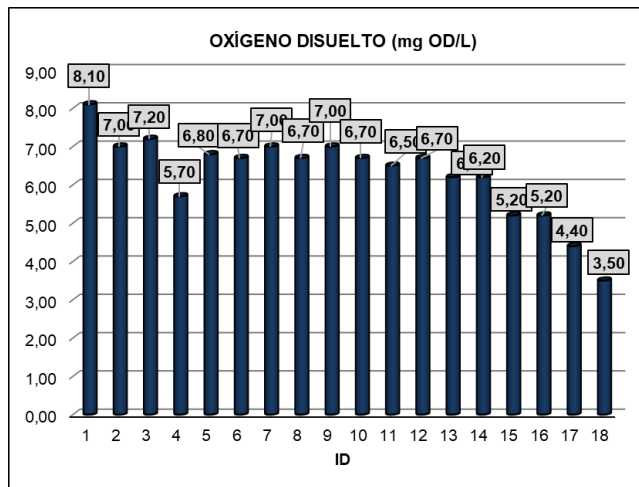
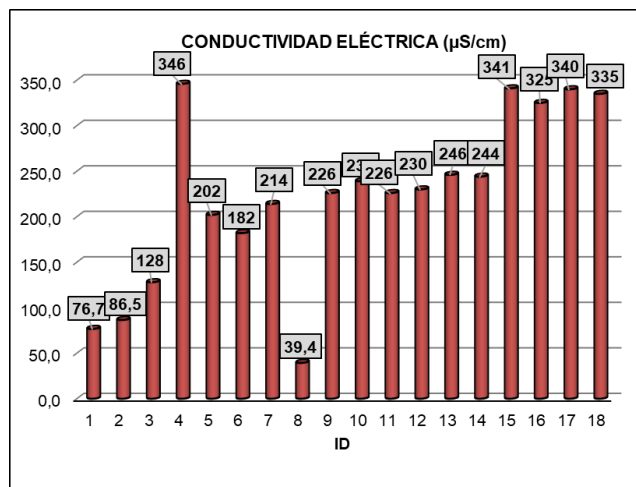
ID	NOMBRE	TURBIEDAD (NTU)	SST (mg/L)
1	Bocatoma El Rosal-Quebrada El Rosal	7,00	33,2
2	Estación limnimétrica Acueducto de Pamplona-Quebrada Monteandentro	9,70	41,0
3	Radio FM	130	13,3
4	Escuela Los Naranjos	350	63,0
5	El Diamante	20,0	51,5
6	La Donjuana	100	241
7	Confluencia Quebrada Iscalá-Río Pamplonita	50,0	107
8	La Garita	39,0	50,0
9	Bocatoma Acueducto Cúcuta (El Pórtico)	60,0	80,7
10	Puente Benito Hernández (San Rafael)	550	528
11	Puente Elías M. Soto	600	568
12	Puente Jorge Gaitan Durán	130	236
13	Puente Enrique Cuadros Corredor (La Gazapa)	160	276
14	Confluencia Ríos Táchira-Pamplonita	220	374
15	Río Enfermo	450	457
16	Paso de dos ríos	30,0	54,0
17	Agua Clara	220	270
18	Puente Angosto	400	456

*Los sólidos es una de las variables físicas que inciden en la calificación del Índice de la Calidad del Agua (ICA), se encuentran en el agua de tipo orgánico y/o inorgánico bien sea por la naturaleza del cuerpo hídrico o por las actividades antrópicas en el área de influencia. Los sólidos suspendidos son aquellos que flotan en el agua y dan lugar al aumento de turbiedad, por lo tanto, son variables que se encuentran estrechamente relacionadas.*

*En cuanto a la turbiedad, es el grado de opacidad en el agua debido a la presencia de material particulado en suspensión. La concentración de sustancias determina la transparencia del agua debido a que limita el paso de luz.*

*De acuerdo con la gráfica, los valores de concentración más bajos se encuentran en el ID 1 a ID 3 tanto para sólidos suspendidos totales como para turbiedad, resultados congruentes con los resultados de favorabilidad en el Índice de Calidad del Agua en estos sitios. Posteriormente, las concentraciones para estas variables aumentan principalmente por las actividades antrópicas en la zona de influencia como son las descargas de vertimientos de aguas residuales domésticas y no domésticas del municipio de Pamplona en el ID 4, así como también, los trabajos de remoción de suelo al margen del recurso hídrico para las obras de infraestructura vía 4G Pamplona-Cúcuta en la parte media de la cuenca, que por escorrentía llegan a la corriente superficial alterando estos parámetros tal como se evidenció durante la jornada de muestreo en el cambio de coloración en el ID 5 producto de estos trabajos; Igualmente, los trabajos realizados en el río de extracción de material para obras de cantera sobre los bancos de la fuente hídrica en el municipio de Cúcuta, la construcción de las obras complementarias de la estructura vial entre Cúcuta y los Patios, que sumado a los cambios en la cuenca baja de caudal lento y sedimentado traen como consecuencia la calidad desfavorable en calificación Mala en el cuerpo hídrico.*

### 6.3 INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS POR VARIABLE (CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA- OXÍGENO DISUELTO) 2022



ID	NOMBRE	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (µS/cm)	OXÍGENO DISUELTO (mg OD/L)
1	Bocatoma El Rosal-Quebrada El Rosal	76,7	8,10
2	Estación limnimétrica Acueducto de Pamplona-Quebrada Monteandentro	86,5	7,00
3	Radio FM	128	7,20
4	Escuela Los Naranjos	346	5,70
5	El Diamante	202	6,80
6	La Donjuana	182	6,70
7	Confluencia Quebrada Iscalá-Río Pamplonita	214	7,00
8	La Garita	39,4	6,70
9	Bocatoma Acueducto Cúcuta (El Pórtico)	226	7,00
10	Puente Benito Hernández (San Rafael)	239	6,70
11	Puente Elías M. Soto	226	6,50
12	Puente Jorge Gaitán Durán	230	6,70
13	Puente Enrique Cuadros Corredor (La Gazapa)	246	6,20
14	Confluencia Ríos Táchira-Pamplonita	244	6,20
15	Río Enfermo	341	5,20
16	Paso de dos ríos	325	5,20
17	Agua Clara	340	4,40
18	Puente Angosto	335	3,50

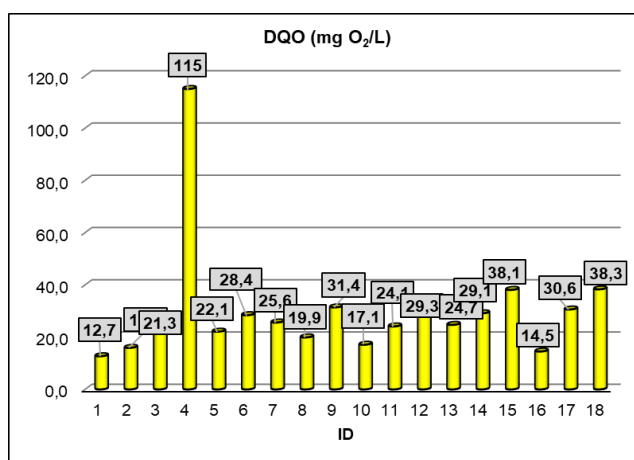
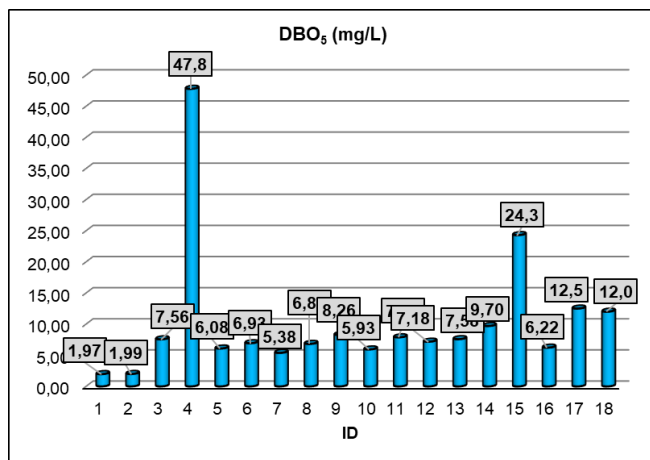
*La conductividad indica la presencia de sales ionizadas, como cloruros o iones de sodio, carbonatos, etc. Además, este parámetro permite relacionar e interpretar resultados con los sólidos disueltos en las descargas o cuerpos de agua.*

*La gráfica de conductividad eléctrica demuestra que la mayor concentración se encontró en el ID 4 con 346  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , valores que corroboran la alteración del cuerpo hídrico en este ID junto con los resultados de los demás ensayos realizados. En los ID restantes, se observa el aumento en la conductividad eléctrica, que al igual que los sólidos, inciden en la calidad de la corriente superficial, lo anterior por la presencia de sustancias inorgánicas generadas por las actividades antrópicas en el área de influencia (obras de infraestructura vía 4G Pamplona-Cúcuta, adecuación rocas de cantera, extracción material de arrastre) y el aporte de concentraciones de sustancias orgánicas e inorgánicas disueltas en el cuerpo receptor.*

*En cuanto al Oxígeno disuelto, es una variable que incide en la calidad del agua, toda vez que es un indicativo de la contaminación del agua y del soporte que esta puede dar para el crecimiento y reproducción animal y vegetal.*

*El Oxígeno disuelto en el río Pamplonita para los tres (3) primeros ID fueron óptimos siendo consecuente con su calidad favorable en estos sitios de muestreo, lo contrario ocurre con los puntos restantes, puesto que las actividades antrópicas que ejercen fuerte presión sobre el río a lo largo de su trayectoria van deteriorando la corriente hídrica y esto se evidencia en los resultados de agotamiento del oxígeno disuelto en cada ID caracterizado finalizando la cuenca con el menor valor de 3,50 mg OD/L en el ID 18, siendo coherente con los Índices de Calidad del Agua en calificación Regular y Mala en la parte media y baja de la cuenca.*

## 6.4 INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS POR VARIABLE (DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO DBO<sub>5</sub> – DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO DQO) 2022



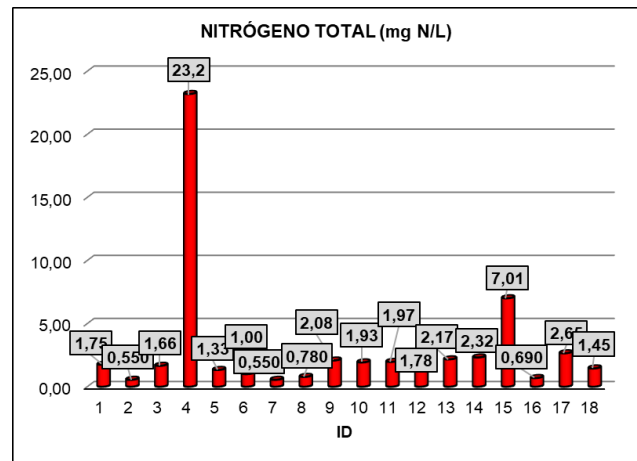
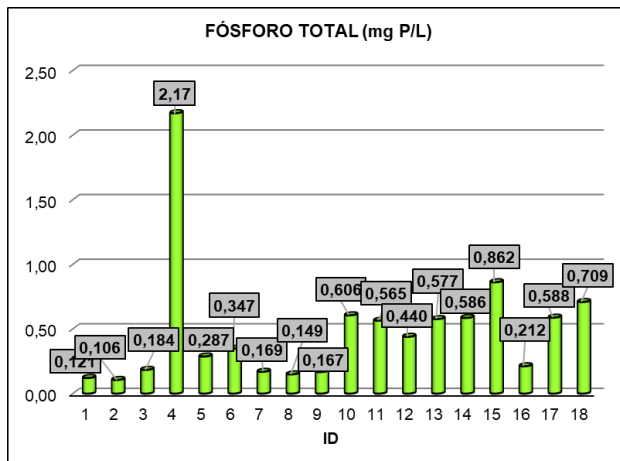
ID	NOMBRE	DBO <sub>5</sub> (mg/L)	DQO (mg O <sub>2</sub> /L)
1	Bocatoma El Rosal-Quebrada El Rosal	1,97	12,7
2	Estación limnimétrica Acueducto de Pamplona-Quebrada Monteandentro	1,99	15,9
3	Radio FM	7,56	21,3
4	Escuela Los Naranjos	47,8	115
5	El Diamante	6,08	22,1
6	La Donjuana	6,93	28,4
7	Confluencia Quebrada Iscalá-Río Pamplonita	5,38	25,6
8	La Garita	6,82	19,9
9	Bocatoma Acueducto Cúcuta (El Pórtico)	8,26	31,4
10	Puente Benito Hernández (San Rafael)	5,93	17,1
11	Puente Elías M. Soto	7,88	24,1
12	Puente Jorge Gaitan Durán	7,18	29,3
13	Puente Enrique Cuadros Corredor (La Gazapa)	7,58	24,7
14	Confluencia Ríos Táchira-Pamplonita	9,70	29,1
15	Río Enfermo	24,3	38,1
16	Paso de dos ríos	6,22	14,5
17	Agua Clara	12,5	30,6
18	Puente Angosto	12,0	38,3

La demanda química de oxígeno (DQO) determina la cantidad de oxígeno requerido para oxidar químicamente el material orgánico biodegradable y no biodegradable presente en una muestra de agua, bajo condiciones específicas de un agente oxidante, temperatura y tiempo. La demanda química de oxígeno - DQO tiene una estrecha relación con la demanda bioquímica de oxígeno - DBO debido a que ésta última está relacionada con la descomposición de la materia orgánica biodegradable.

Al igual que en las caracterizaciones realizadas en años anteriores, se corrobora que la concentración más alta de la demanda química de oxígeno (DQO) continúa presentándose en el ID 4 Escuela Los Naranjos con 115 mg O<sub>2</sub>/L, lo anterior obedece a las aguas residuales domésticas y no domésticas del municipio de Pamplona.

La demanda bioquímica de oxígeno – DBO, es un indicativo de la carga polucional que pueden generar los desechos domésticos e industriales de carácter orgánico al ser descargado en corrientes de agua en las que existen condiciones aeróbicas, lo anterior se evidencia en el ID 4 con 47,8 mg/L y en el ID 15 con 24,3 mg/L siendo las de mayor concentración a lo largo de la cuenca, el cual permite inferir la disminución de su calidad y calificación Mala por el aporte de cargas orgánicas producto de los vertimientos de aguas residuales domésticas del municipio de Pamplona en el ID 4 y las descargas de todos los vertimientos del municipio de Cúcuta en el ID 15.

### 6.5 INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS POR VARIABLE (NITRÓGENO TOTAL Y FÓSFORO TOTAL) 2022



ID	NOMBRE	NITRÓGENO TOTAL (mg N/L)	FÓSFORO TOTAL (mg P/L)
1	Bocatoma El Rosal-Quebrada El Rosal	1,75	0,121
2	Estación limnimétrica Acueducto de Pamplona-Quebrada Monteadentro	0,550	0,106
3	Radio FM	1,66	0,184
4	Escuela Los Naranjos	23,2	2,17
5	El Diamante	1,33	0,287
6	La Donjuana	1,00	0,347
7	Confluencia Quebrada Iscalá-Río Pamplonita	0,550	0,169
8	La Garita	0,780	0,149
9	Bocatoma Acueducto Cúcuta (El Pórtico)	2,08	0,167
10	Puente Benito Hernández (San Rafael)	1,93	0,606
11	Puente Elías M. Soto	1,97	0,565
12	Puente Jorge Gaitan Durán	1,78	0,440
13	Puente Enrique Cuadros Corredor (La Gazapa)	2,17	0,577
14	Confluencia Ríos Táchira-Pamplonita	2,32	0,586
15	Río Enfermo	7,01	0,862
16	Paso de dos ríos	0,690	0,212
17	Agua Clara	2,65	0,588
18	Puente Angosto	1,45	0,709

*El nitrógeno al igual que la demanda bioquímica de oxígeno y el fósforo indican la presencia de materia orgánica en el agua.*

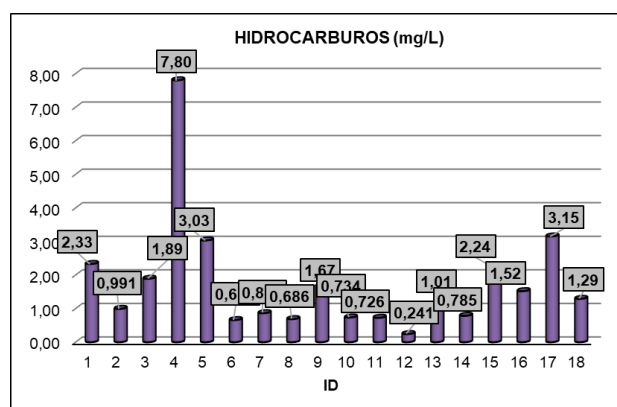
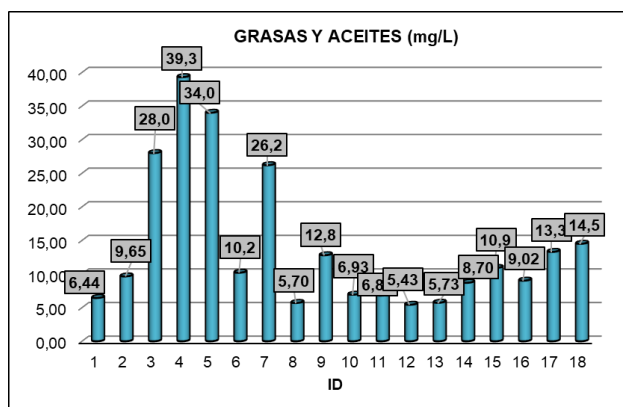
*El nitrógeno es un nutriente importante para el desarrollo de los organismos vivos y por lo general se encuentra en aguas superficiales y subterráneas como amoníaco, nitratos y nitritos, este proceso de nitrificación se lleva a cabo dependiendo del valor del pH, de la temperatura y del oxígeno disuelto del agua.*

*En cuanto al fósforo, en un cuerpo de agua permite la formación de biomasa, la cual requiere de un aumento de la demanda biológica de oxígeno para su oxidación aerobia, además de generar procesos de eutrofización y consecuentemente el crecimiento de fitoplancton, lo que genera la disminución del oxígeno perturbando la vida acuática presente en la fuente hídrica.*

*Las gráficas para ambas variables permiten inferir que las concentraciones más significativas se registraron en el ID 4. Escuela Los Naranjos y en el ID 15. Río Enfermo, siendo coherente con los resultados de la demanda bioquímica de oxígeno ( $DBO_5$ ) para estos mismos puntos corroborando la presencia de alta carga orgánica en el cuerpo hídrico, con resultados para Nitrógeno total de 23,2 mg N/L y Fósforo total de 2,17mg P/L en el ID 4 respectivamente, mientras que en el ID 15 la concentración para Nitrógeno fue de 7,01 mg N/L y para Fósforo total de 0,862 mg P/L.*

*También se observa en la gráfica de Fósforo total que se encuentran resultados significativos en el ID 18 con 0,709 mg P/L, resultado que puede atribuirse a las actividades agrícolas en la zona de influencia como los cultivos de arroz al margen del río en el que se utilizan fertilizantes para estas prácticas y por lixiviación llegan a la corriente superficial.*

## 6.6 INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS POR VARIABLE (GRASAS Y ACEITES – HIDROCARBUROS) 2022



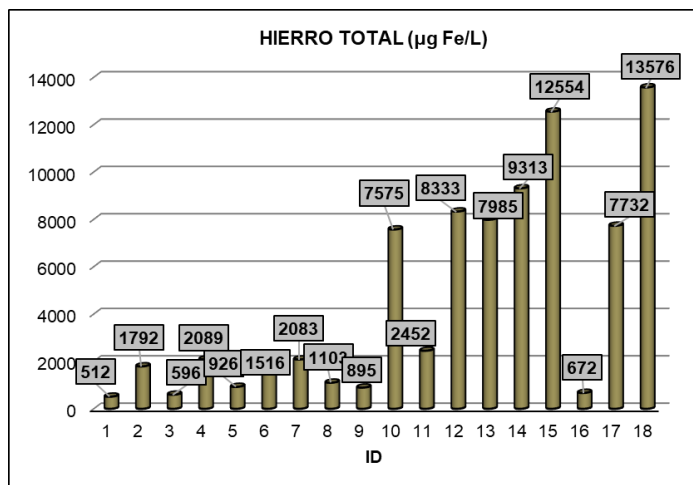
ID	NOMBRE	GRASAS Y ACEITES (mg/L)	HIDROCARBUROS (mg/L)
1	Bocatoma El Rosal-Quebrada El Rosal	6,44	2,33
2	Estación limnimétrica Acueducto de Pamplona-Quebrada Monteandrendo	9,65	0,991
3	Radio FM	28,0	1,89
4	Escuela Los Naranjos	39,3	7,80
5	El Diamante	34,0	3,03
6	La Donjuana	10,2	0,658
7	Confluencia Quebrada Iscalá-Río Pamplonita	26,2	0,863
8	La Garita	5,70	0,686
9	Bocatoma Acueducto Cúcuta (El Pórtico)	12,8	1,67
10	Puente Benito Hernández (San Rafael)	6,93	0,734
11	Puente Elías M. Soto	6,80	0,726
12	Puente Jorge Gaitan Durán	5,43	0,241
13	Puente Enrique Cuadros Corredor (La Gazapa)	5,73	1,01
14	Confluencia Ríos Táchira-Pamplonita	8,70	0,785
15	Río Enfermo	10,9	2,24
16	Paso de dos ríos	9,02	1,52
17	Agua Clara	13,3	3,15
18	Puente Angosto	14,5	1,29

*Las grasas y aceites son compuestos orgánicos constituidos principalmente por ácidos grasos de origen animal y vegetal, así como los hidrocarburos del petróleo. Algunas de sus características más representativas son baja densidad, poca solubilidad en agua, baja o nula biodegradabilidad, flotan formando natas, películas y capas iridiscentes, altas concentraciones interfieren con los procesos de intercambio de gases entre el agua y la atmósfera afectando así el desarrollo de la vida acuática.*

*En la gráfica para la variable grasas y aceites se evidencia concentraciones altas en 3 puntos de la cuenca del río Pamplonita, la mayor concentración se presentó en el ID 4 resultado coherente con los demás ensayos alterados en este ID encontrándose asociado a las grasas provenientes de los vertimientos de aguas residuales domésticas que convergen en este sitio de muestreo alcanzando valores de 39,3 mg/L, seguido de este valor se encuentra el ID 5 con valor de 34,0 mg/L.*

*En cuanto a los hidrocarburos, existen varios tipos como combustibles ligeros, crudo, aceites lubricantes, diesel, keroseno, entre otros, su presencia en el lecho hídrico puede presentarse debido a actividades antrópicas en el cauce del río o por eventos fortuitos con derrame puntual. De acuerdo con los resultados obtenidos, se evidencia que la concentración más alta de hidrocarburos se encuentra en el ID 4 con 7,80 mg/L al igual que grasas y aceites.*

## 6.7 INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS POR VARIABLE (HIERRO TOTAL)



ID	NOMBRE	HIERRO TOTAL (µg Fe/L)
1	Bocatoma El Rosal-Quebrada El Rosal	512
2	Estación limnimétrica Acueducto de Pamplona-Quebrada Monteandendro	1792
3	Radio FM	596
4	Escuela Los Naranjos	2089
5	El Diamante	926
6	La Donjuana	1516
7	Confluencia Quebrada Iscalá-Río Pamplonita	2083
8	La Garita	1103
9	Bocatoma Acueducto Cúcuta (El Pórtico)	895
10	Puente Benito Hernández (San Rafael)	7575
11	Puente Elías M. Soto	2452
12	Puente Jorge Gaitan Durán	8333
13	Puente Enrique Cuadros Corredor (La Gazapa)	7985
14	Confluencia Ríos Táchira-Pamplonita	9313
15	Río Enfermo	12554
16	Paso de dos ríos	672
17	Agua Clara	7732
18	Puente Angosto	13576

*El hierro es uno de los metales más abundantes de la corteza terrestre, en las aguas superficiales se puede encontrar hasta 0,5mg/L de hierro, que puede ser producto de la lixiviación de terrenos atravesados o bien de contaminaciones industriales.*

*La ingestión de grandes cantidades de hierro provoca hemocromatosis, enfermedad caracterizada por lesiones reversibles de diversa gravedad en varios tejidos, mientras que la deficiencia de hierro puede provocar enfermedades como la anemia, lo que convierte al hierro en un elemento indispensable para la salud en cantidades apropiadas.*

*De acuerdo con las mediciones realizadas en el presente estudio para el ensayo Hierro total, se evidencia en los siguientes puntos o ID concentraciones altas: En el ID 10 con 7575 µg Fe/L, allí se observó trabajos de canalización, obras de infraestructura para el corredor*

*vial entre Patios y Cúcuta, sumado a las obras de edificaciones residenciales en el área de influencia, en el que los materiales para estas obras aportan por escorrentía a estas concentraciones de hierro incidiendo en su resultado. En el ID 12 con 8333 µg Fe/L e ID 13 con 7985 µg Fe/L, donde se evidenció maquinaria sobre el cuerpo lótico realizando obras al margen del río. En el ID 14 aumenta a 9313 µg Fe/L producto de la confluencia con el Río Táchira. En el ID 15 se presenta un aumento aún mayor a 12554 µg Fe/L, lo anterior debido a las concentraciones altas de carga contaminante ocasionada por todas las descargas del municipio de Cúcuta que sumado al paso continuo de vehículos por la corriente hídrica para extracción de material pétreo y paso de gasolina de contrabando hacen que aumente este resultado. Al finalizar el recorrido del río Pamplonita en el ID 18 se presentó la concentración más alta con 13574 µg Fe/L, valor preocupante, toda vez que el uso del agua en esta área de influencia es para las actividades agrícolas como los cultivos de arroz que es el de mayor demanda, lo que permite inferir que esta concentración supera el límite permitido por la norma Decreto 1076 de 2015 “Criterios de calidad para uso agrícola” Artículo 2.2.3.3.9.5 en donde el criterio admisible para Hierro total en la destinación del recurso para uso agrícola es de 5,00 mg Fe/L (5000 µg Fe/L), incumpliendo la normatividad en mención aunado a que el agua no es apta para este uso.*